

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-49029

(P2000-49029A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 F 41/14		H 0 1 F 41/14	
G 0 1 R 33/09		10/00	
H 0 1 F 10/00		G 0 1 R 33/06	R

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-190424

(22) 出願日 平成11年7月5日 (1999.7.5)

(31) 優先権主張番号 1 9 8 3 0 3 4 3 . 2

(32) 優先日 平成10年7月7日 (1998.7.7)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 390039413

シーメンス アクチエンゲゼルシャフト

SIEMENS AKTIENGESEL

LSCHAFT

ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン

ヴィッテルスバッハープラッツ 2

(72) 発明者 フーゴ ファン デン ベルク

ドイツ連邦共和国 91074 ヘルツォーゲ

ンアウラッハ ドクターダスラーシュト

ラーセ 4

(74) 代理人 100075166

弁理士 山口 廉

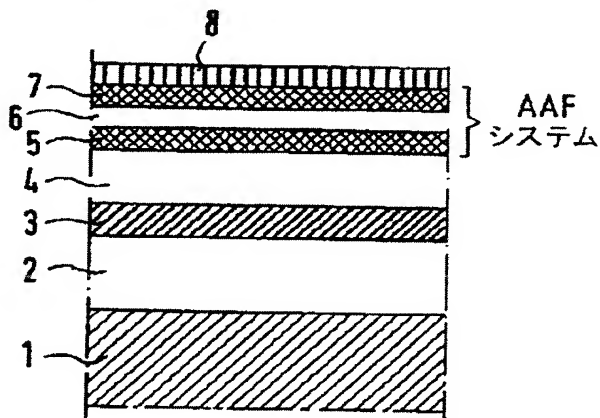
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人工反強磁性システムを含む層構造の製造方法並びに磁気抵抗センサシステム

(57) 【要約】

【課題】 少なくとも2つのセンサ素子を有する磁気抵抗センサシステムを形成することができる層構造の製造方法、この層構造もしくは相応するセンサ素子を簡単な方法で均質な調整磁場内でバイアス層の磁化に逆平行の方向付けを可能にする方法及びこの磁気抵抗センサシステムを提供する。

【解決手段】 少なくとも1つのバイアス層5、少なくとも1つの磁束誘導層7及びこの隣接する両磁気層を反強磁性に結合する、これらの層間に配置された少なくとも1つの結合層6から成る人工反強磁性システム (AAFシステム) を含み、少なくとも2つのセンサ素子を有する磁気抵抗センサシステムを形成することを可能にするため、AAFシステムを形成した後層構造の影響された範囲と影響されない範囲が均質な磁場内で異なる挙動を示すように、部分的にAAFシステムの対称性に影響を与える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つのバイアス層(5)、少なくとも1つの磁束誘導層(7)及びこれらの層間に配置され2つの隣接する磁気層を反強磁性に結合する少なくとも1つの結合層(6)から成る人工反強磁性システムを含み、この層構造により少なくとも2つのセンサ素子を有する磁気抵抗センサシステムを形成することができる層構造の製造方法において、バイアス層(5)の磁化に部分的逆並行の方向付けを可能にするため部分的に人工反強磁性システムの対称性に影響を与え、人工反強磁性システムを形成した後に層構造の影響された範囲と影響されない範囲が均質な磁場内で異なった挙動を示すようにすることを特徴とする人工反強磁性システムを含む層構造の製造方法。

【請求項2】 層構造に部分的に影響を与えるのにマスクを使用することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 単数又は複数の範囲に、均質な磁場内でこれらの範囲が部分的に非対称挙動を示すのに寄与する磁氣的に結合された補助層(11)を部分的に形成することを特徴とする請求項1又は2記載の方法。

【請求項4】 部分的な補助層(11)をマスクを通して堆積することを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項5】 まず完全な補助層(11)を施し、この層からマスクにより相応する範囲を除去することを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項6】 補助層を形成する前にバイアス層(5)又は磁束誘導層(7)の上にカバー層(8)を施すことを特徴とする請求項2乃至5のいずれか1つに記載の方法。

【請求項7】 均質な磁場により磁化を調整した後に補助層(11)を除去することを特徴とする請求項2乃至6のいずれか1つに記載の方法。

【請求項8】 除去のために第2のマスク又は第1のマスクを使用することを特徴とする請求項6又は7記載の方法。

【請求項9】 影響を及ぼすために人工反強磁性システムの層の組成及び／又は厚さを部分的に変更することを特徴とする請求項1又は2記載の方法。

【請求項10】 部分酸化、部分注入により及び／又は部分的エッチング工程でこの変更を行うことを特徴とする請求項9記載の方法。

【請求項11】 影響を及ぼす前にバイアス層(5)又は磁束誘導層(7)の上にカバー層(8)を施し、このカバー層(8)の変更すべき範囲内を場合によってはマスクの使用下に除去することを特徴とする請求項9又は10記載の方法。

【請求項12】 影響を及ぼすために、複数の層を含む人工反強磁性システムの磁気挙動に関連する層を部分的に除去することを特徴とする請求項1又は2記載の方法。

【請求項13】 この層をマスクの使用下にエッチングにより除去することを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項14】 均質な磁場により調整を行った後に部分的に除去されたこの層の残りの範囲も除去することを特徴とする請求項12又は13記載の方法。

【請求項15】 各々のマスクをリソグラフィ、特にフォトリソグラフィにより形成することを特徴とする請求項2乃至14のいずれか1つに記載の方法。

【請求項16】 個々に分離されたセンサ素子を形成するために、基板上に配置された層構造の影響された範囲と影響されない範囲を減結合するか又は分離することを特徴とする請求項1乃至15のいずれか1つに記載の方法。

【請求項17】 これらの範囲を部分的エッチング工程中、特にマスクが除去されないうちに減結合するか又は分離することを特徴とする請求項16記載の方法。

【請求項18】 請求項1乃至17記載の方法により形成される磁気抵抗センサ素子もしくは磁気抵抗センサシステムを形成するための層構造。

【請求項19】 少なくとも2つのセンサ素子からなり、それぞれ少なくとも1つのバイアス層(5)、少なくとも1つの磁束誘導層(7)及びこれらの層間に配置され2つの隣接する磁気層を反強磁性に結合する少なくとも1つの結合層(6)から成る人工反強磁性システムを有する磁気抵抗センサシステムにおいて、バイアス層(5)の磁化に部分的に逆並行の方向付けを可能にするために、1つのセンサ素子又は複数のセンサ素子のうち一部に、均質な磁場内でセンサ素子に非対称挙動をさせるのに寄与する、少なくとも1つの磁氣的に結合された補助層(11)を備えることを特徴とする磁気抵抗センサシステム。

【請求項20】 補助層(11)がモーメントに寄与することを特徴とする請求項19記載のセンサシステム。

【請求項21】 補助層(11)が場合によっては付加的な保磁力に寄与することを特徴とする請求項18又は19に記載のセンサシステム。

【請求項22】 補助層(11)が場合によっては付加的な磁気異方性に寄与することを特徴とする請求項19乃至21のいずれか1つに記載のセンサシステム。

【請求項23】 補助層(11)が強磁性、反強磁性又はフェリ磁性層であることを特徴とする請求項19乃至22のいずれか1つに記載のセンサシステム。

【請求項24】 補助層(11)の相転移温度、場合によってはキュリー温度又はネール温度がセンサシステムの動作温度範囲以下であることを特徴とする請求項19乃至23のいずれか1つに記載のセンサシステム。

【請求項25】 補助層(11)が直接バイアス層(5)又は磁束誘導層(7)の上に施されていることを特徴とする請求項19乃至24のいずれか1つに記載の方法。

センサシステム。

【請求項26】 バイアス層(5)又は磁束誘導層(7)の上にカバー層(8)が施され、その上に施される補助層(11)を磁氣的に結合することを特徴とする請求項19乃至24のいずれか1つに記載のセンサシステム。

【請求項27】 補助層(11)が除去可能、特にエッチング可能であることを特徴とする請求項19乃至26のいずれか1つに記載のセンサシステム。

【請求項28】 4個又はその倍数のセンサ素子を含んでおり、それぞれ4つのセンサ素子がホイートストン・ブリッジを形成することを特徴とする請求項19乃至27のいずれか1つに記載のセンサシステム。

【請求項29】 少なくとも2つのセンサ素子から成り、それぞれ少なくとも1つのバイアス層(5)、少なくとも1つの磁束誘導層(7)及びこれらの層間に配置され隣接する磁気層を反強磁性に結合する少なくとも1つの結合層(6)から成る人工反強磁性システムを有する磁気抵抗センサシステムにおいて、バイアス層(5)の磁化の逆並行の方向付けを可能にするために、1つのセンサ素子又は複数のセンサ素子のうちその一部の層及び各々の人工反強磁性システムの対称性が、均質な磁場内で影響されたセンサ素子と影響されないセンサ素子が異なる挙動を示すように影響を受けていることを特徴とする磁気抵抗センサシステム。

【請求項30】 影響によりこの層が組成及び/又は厚さを変えられていることを特徴とする請求項29記載のセンサシステム。

【請求項31】 この層が部分酸化、部分注入及び/又は部分エッチングにより影響を受けていることを特徴とする請求項30記載のセンサシステム。

【請求項32】 4個又はその倍数のセンサ素子を含んでおり、それぞれ4個のセンサ素子がホイートストン・ブリッジを形成することを特徴とする請求項29乃至31のいずれか1つに記載のセンサシステム。

【請求項33】 少なくとも2つのセンサ素子から成り、それぞれ少なくとも1つのバイアス層、複数の磁束誘導層及びこのバイアス層と1つの磁束誘導層とを反強磁性に結合する少なくとも1つの結合層から成る人工反強磁性システムを有する磁気抵抗センサシステムにおいて、バイアス層の磁化の逆並行の方向付けを可能にするために、1つのセンサ素子又は複数のセンサ素子のうち一部の磁束誘導層(15)が除去されていることを特徴とする磁気抵抗センサシステム。

【請求項34】 4個又はその倍数のセンサ素子を含んでおり、それぞれ4個のセンサ素子がホイートストン・ブリッジを形成することを特徴とする請求項33記載のセンサシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも1つのバイアス層と少なくとも1つの磁束誘導層とまたこれらの層間に配置され2つの隣接する磁気層を反強磁性に結合する少なくとも1つの結合層から成る人工反強磁性システム(artificial-antiferromagnetic-system、以下AAFシステムと称する)を含んでいる、少なくとも2つのセンサ素子を有する磁気抵抗センサシステムを形成することができる層構造の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば360°の角度検出器の製造に使用することができ、また磁気抵抗効果を示すセンサ・ブリッジの形成には、このブリッジを形成する4個のセンサのうち2個のセンサをそのバイアス層の磁化に関して他のセンサに対し逆向きに方向付け、全ての角度範囲にわたって相応する信号を得ることが必要である。これはまた、磁気のトンネル効果をベースとするか又はスピン・バルブトランジスタで作動するセンサの場合にも必要である。これは磁気調整場(調整磁場)により行われる。しかしこの場合の欠点は、ブリッジを形成する隣接センサ素子においてセンサ素子からセンサ素子へ調整磁場を種々に方向づけ、磁化の方向を強制的に調整しなければならないことである。これは全てのセンサ素子の構造がセンサ・ブリッジ内或いは多数のセンサ・ブリッジを含む全体のセンサ基板上で各々同じであることに起因する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、層構造もしくは相応するセンサ素子を簡単な方法で均質な調整磁場内でバイアス層の磁化に関して種々の方向付けを達成又は形成できる方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するため本発明によれば、バイアス層の磁化に部分的に逆並行の方向付けを可能にするためにAAFシステムを形成した後に部分的にAAFシステムの対称性に影響を及ぼし、均質な磁場内で層構造の影響を受けた範囲と受けない範囲が異なる挙動を示すようにする。

【0005】即ち本発明は全てのセンサ素子もしくはセンサ素子を形成すべき全ての範囲に対して一つの同じ層構造から出発する。本発明によればこのシステムの部分的対称性は、異なる挙動を示す種々の範囲を形成するようにする。本発明によれば層構造に部分的に影響を及ぼすのにマスクを使用することができる。

【0006】本発明の第1の実施形態によれば部分的に単数又は複数の範囲に磁氣的に結合された補助層を形成し、均質な磁場内の範囲に部分的非対称挙動を生じるのに寄与するようにしてもよい。即ちもう1つの層が追加されるが、しかしこの層は補助層を備えられていない範囲の磁化と逆向きに磁化を調整しなければならない範囲

のみに追加される。その際本発明ではこの部分的補助層はマスクを通して堆積可能である。またそれとは異なりまず完成した層を施し、この層から影響を受けてはならない範囲に相当する範囲をマスクにより除去する。

【0007】上記のように補助層は当該AAFシステム上に堆積される。このAAFシステムを万一の損傷又は堆積工程中に起こり得る層の組成の変化に対し保護するため、補助層を形成する前にバイアス層又は磁束誘導層の上にカバー層を施すと有利である。

【0008】この層構造の完成後その調整は均質な磁場により行うことができ、その後この補助層はセンサシステムの最終形成及びその作動にもや必要ではないので、除去すると有利である。補助層が予め完全な層として基板全体に施され、所定の範囲のみが除去される場合、除去には第2のマスクを使用することができる。補助層の他の範囲も除去できるようにするためには第2のマスクを加工しなければならない。

【0009】これに対して部分的補助層を形成するためのもう1つの方法では、影響を及ぼすために部分的にAAFシステムの一つの層の組成及び/又は厚さを変更するようにする。この組成もしくは厚さの変更はまた同様に均質な磁場内の各範囲の挙動に影響を及ぼすので、それによっても逆並行の方向付けを達成することができる。本発明によればこの変更は部分酸化、部分注入により及び/又は部分的エッチング工程で行ってもよい。この場合もまたAAFシステムを少なくとも影響を受けては成らない範囲を保護するため、本発明ではこの影響の前にバイアス層又は磁束誘導層の上にカバー層を施してもよく、この層の変更すべき範囲を場合によってはマスクを使用して除去する。このようなマスクはリソグラフィ、特にフォトリソグラフィにより形成されると有利である。

【0010】上記のようにこの層構造は分離されたセンサ素子に分割されていない一つのまとまった構造である。最終的に影響された範囲及び影響されない範囲に相当する個々の分離されたセンサ素子を構造化するには、共通の基板上に配置されたそれらの範囲を磁化の調整前に互いに減結合するか又は分離すると有利であり、これは部分的エッチング工程により、特にマスクの除去が行われる前に簡単に行われる。

【0011】更に本発明は、上記の方法により製造される磁気抵抗センサ素子もしくは磁気抵抗センサシステムを形成するための層構造に関する。

【0012】その他に本発明は、少なくとも2つのセンサ素子から成り、それぞれ少なくとも1つのバイアス層、少なくとも1つの磁束誘導層及びこれらの間に配置されこれらの2層を反強磁性に結合する少なくとも1つの結合層から成るAAFシステムを有する磁気抵抗センサシステムに関する。このセンサシステムはバイアス層の磁化に逆並行の方向付けを可能にするために、1つの

センサ素子又は複数のセンサ素子のうちの一部に、均質な磁場内でセンサ素子に非対称挙動を生じるのに寄与する少なくとも1つの磁氣的に結合された補助層を備えている点で優れている。

【0013】その際本発明によれば補助層はモーメントに寄与し、即ち補助層が結合されている層の磁気モーメントはそれにより高められる。付加的に又はそれとは異なり補助層は保持力に寄与し、即ち補助層とこれに結合された層との結合の全摩擦モーメントが変えられる。同様に補助層は部分的な非対称性を導く磁気異方性にも寄与する。補助層は強磁性、反強磁性又はフェリ磁性層であってもよい。補助層の相転移温度、場合によってはキュリー温度又はネール温度はセンサシステムの動作温度範囲以下であってもよい。動作温度範囲が例えば室温であればセンサシステムは調整のため相転移温度以下の温度に冷却される。即ちセンサシステムは補助層が寄与することのできる温度範囲にもたらされる。これに対して動作温度では補助層は常磁性に挙動する。

【0014】補助層は直接バイアス層又は磁束誘導層上に施されてもよく、或いはこれとは異なりバイアス層又は磁束誘導層にカバー層を備え、その上に補助層が施され、両層を磁氣的に結合するようにしてもよい。更に補助層が除去可能、特にエッチング可能であると有利である。センサシステムの場合センサ素子内に起こり得る差異により、特にこれらが共通の基板上に形成されていない限り、測定信号に影響を及ぼす温度の変動が起こりかねないので、センサシステムのそれぞれ4個のセンサ素子をホイートストーン・ブリッジ方式で結合すると有利である。こうして十分な温度補償を得ることができる。

【0015】更に本発明は上記の形式のセンサシステムに相当するもう1つの磁気抵抗センサシステムに関する。このセンサシステムは複数のバイアス層の磁化に逆並行の方向付けを可能にするために、1つのセンサ素子の層又は複数のセンサ素子の一部の層、及び従って各AAFシステムの対称性を、均質な磁場内で影響された及び影響されないセンサ素子が異なった挙動を示すように影響させる点で優れている。その際本発明によればこの層はこの影響により組成及び/又は厚さを変更することができ、その際これは部分的酸化、部分的注入及び/又は部分的エッチングにより達成することができる。この場合もそれぞれ4個のセンサ素子を温度補償を考慮してホイートストーンブリッジ方式により結合すると有利である。

【0016】最後に本発明は少なくとも1つのバイアス層と複数の磁束誘導層から成るもう1つのセンサシステムを提供するが、その際バイアス層の磁化に逆並行の方向付けを可能にするため1つのセンサ素子又は複数のセンサ素子のうちの一部の磁束誘導層が除去されており、それにより同様に均質な磁場内に種々の層挙動を達成することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の利点、特徴の詳細を以下に記載する実施例並びに図面に基づき明らかにする。

【0018】図1には層構造の切断面が示されている。この層構造は基板層1、緩衝層2、測定層3、減結合層4、バイアス層5、反強磁性結合層6、並びに磁束誘導層7から成る。層5、6、7はAAFシステムを形成する。センサ基板全体の上にてできるだけ均質に設けられるこの層構造は図面では一部しか示されていないが、その上にはその下にあるAAFシステムを保護するカバー層8が施されている。均質な磁場内でAAFシステムの挙動を部分的に異なる挙動が得られるように部分的に影響を及ぼすことができるように、部分的にカバー層上に磁気に関して重要な寄与をする補助層を施す。カバー層8は施される補助層をその下にあるAAFシステムの層

(この例では磁束誘導層7)に結合する。それぞれ第1の形式のセンサ素子に相当する部分的に選択された範囲の補助層の周りには(補助層を備えていない範囲は第2の形式のセンサ素子を形成し、このセンサ素子は磁化層及びバイアス層が異なっている)、相応する窓10を有するリソグラフィマスク9がカバー層上に施されている(図2参照)。この窓10を通して補助層11(この場合破線のみで示されている)が堆積される。補助層11をその下にある磁束誘導層7に結合することにより磁場内のこのAAFシステム範囲の挙動は部分的に変化されるので、このセンサ素子に逆向きバイアスの方向付けを達成することができる。磁化を均質な磁場により調整*

$$M_2 = \frac{M_2 d_2 - M_1 d_1}{|M_2 d_2 - M_1 d_1|} - \frac{H_{\text{a1n}}}{|H_{\text{a1n}}|} \quad M_2 \quad (1)$$

[式中M1=バイアス層の飽和磁化

M2=磁束誘導層の飽和磁化

d2=バイアス層の厚さ

d2=磁束誘導層の厚さ

Hein=調整磁場]

$$M_2 = \frac{M_2 d_2 \pm m_z - M_1 d_1}{|M_2 d_2 \pm m_z - M_1 d_1|} - \frac{H_{\text{a1n}}}{|H_{\text{a1n}}|} \quad M_2, \quad (2)$$

に従い、その際+の符号はmzのM2への並行結合を、★(3)

また-の符号は反並行結合を表す。M2の方向は式★【数3】

$$(M_2 d_2 \pm m_z - M_1 d_1) \quad (M_2 d_2 - M_1 d_1) < 0 \quad (3)$$

を満たすとき反転可能である。

【0024】補助層の材料としてはTbx (FeyCo1-y)1-x、Smx (FeyCo1-y)1-x、Hox (FeyCo1-y)1-x、Dyx (FeyCo1-y)1-x、Ndx (FeyCo1-y)1-xのような希土類の豊富な希土類/遷移物質合金並びに弱☆50

*する前に主としてマスクのエッジに沿って垂直に選択して行われる部分的選択エッチング工程により個々の範囲を互いに分離して、センサ素子を構造化する。磁化の調整を行った後補助層並びにマスク、場合によってはカバー層も除去可能である。

【0019】補助層は低いキュリー温度を有する強磁性体又は低いネール温度を有する反強磁性体であると有利である。補助層の相転移温度はセンサシステムの使用温度範囲以下であり、従って補助層は動作温度範囲では常磁性であり、即ち磁気挙動は影響を受けない。バイアス層の磁化の調整のため、その動作温度が例えば室温であるセンサシステムは相転移温度以下の温度に冷却され、従って補助層はその都度寄与することができる。

【0020】前述のようにして補助層を施す方式とは異なり補助層をまず大表面で施し、引続き部分的にマスクにより除去してもよい。その後の除去には第2のマスクが必要である。

【0021】補助層の寄与はモーメントに対する寄与であり、付加的に又はその他に保磁力及び/又は磁気異方性に関する寄与であってもよい。

【0022】モーメントに寄与する場合補助層は調整温度で磁気モーメントを生じる。このモーメントは補助層及び場合によってはカバー層の選択次第でバイアス層5を磁化するために並行にも逆並行にもなり得る。磁束誘導層7の磁化M2の方向は次式(1)

【数1】

※により与えられる。

【0023】M2d2>M1d1の場合磁化M2は調整磁場に並行している。補助層は調整温度で補助モーメントmzを生じる。その際M2の磁化の方向は式(2)

【数2】

Hein

★(3)

★【数3】

☆められた強磁性材料を使用することができる。

【0025】上記のように磁化の方向付けの制御は保磁力又は磁気異方性を介しても行うことができる。この場合M2d2=M1d1を前提とする。次に反強磁性又は調整温度では反強磁性の補助層を観察する。この補助層もまた直接又は間接的にカバー層を介してAAFシス

テムの磁束誘導層7と結合されている。ネール温度以下に冷却した場合磁気スピンは磁場により飽和されたAAFシステムの方向に方向づけられる。しかし反強磁性の補助層は磁気ネット（正味）モーメントを持たないので、前記の式（1）によるM2の磁化方向は特定されな*

*い。この場合保磁力及び磁気異方性は方向付けにとって重要である。保磁力による制御、即ち回転摩擦により惹起される方向に対する影響の場合式（1）は次式（4a）

$$\frac{M_2}{M_2} = \frac{T_2 d_2 - T_1 d_1}{|T_2 d_2 - T_1 d_1|} \frac{H_{\text{ein}}}{|H_{\text{ein}}|} \quad (4a)$$

【式中T1＝バイアス層の回転摩擦の体積密度
T2＝磁束誘導層の回転摩擦の体積密度】
と置き換えられる。

10※方性定数K1、K2及びKzを有する一軸異方性に対しては式（4b）

【数5】

【0026】各層の調整磁場に並行な容易軸及び磁気異*

$$\frac{M_2}{M_2} = \frac{K_2 d_2 - K_1 d_1}{|K_2 d_2 - K_1 d_1|} \frac{H_{\text{ein}}}{|H_{\text{ein}}|} \quad (4b)$$

が該当する。

★は異方性エネルギーKzdzはかなり大きい。磁化の方向は従って保磁力による制御の場合式（5a）

【0027】ネール温度以下の温度では補助層は磁気モーメントを示さないが、大抵の場合回転摩擦Tzdz又★20 【数6】

$$\frac{M_2}{M_2} = \frac{T_2 d_2 + T_{AF} d_{AF} - T_1 d_1}{|T_2 d_2 + T_{AF} d_{AF} - T_1 d_1|} \frac{H_{\text{ein}}}{|H_{\text{ein}}|} \quad (5a)$$

に基づいて、又は磁気異方性による場合式（5b） ☆ ☆【数7】

$$\frac{M_2}{M_2} = \frac{K_2 d_2 + K_{AF} d_{AF} - K_1 d_1}{|K_2 d_2 + K_{AF} d_{AF} - K_1 d_1|} \frac{H_{\text{ein}}}{|H_{\text{ein}}|} \quad (5b)$$

に基づいて行われる。

【0028】Tzdzはが常に正であることは明らかなので、磁化M2の反転はT2d2-T1d1が0以下であるときにのみ、即ちバイアス層が最大の総摩擦を示すときにのみ可能である。磁場を低温で0に減少した後M2はマスクされた範囲では調整磁場に逆並行であり、マスクされていない範囲では並行している。

【0029】それに反してKzは正の符号も負の符号も持つことができるので、低温でもM2は調整磁場に並行であり得る。

【0030】この場合材料として調整温度に近い補償温度及び低いキュリー温度を有するTbx (FeyCo1-y)1-x、Hox (FeyCo1-y)1-x、D◆

$$[M_{15}d_{15} - M_{14}d_{14} + M_{13}d_{13} \pm M_{12}d_{12}] * [M_{15}d_{15} - M_{14}d_{14} + M_{13}d_{13}] < 0 \quad (6)$$

の条件で調整磁場の作用時に構造化されていない範囲に対して構造化された範囲のバイアス層12の逆並行の個所が得られる。M12d12項の“+”符号は層12の層13への強磁性結合時に、また“-”符号は層12の層13への反強磁性結合時に該当する。このシステムの均質性（温度に依存しないオフセット電圧）を改善する*50

30◆yx (FeyCo1-y)1-xのような希土類の豊富な希土類/遷移材合金を使用することができる。同様にMnO、FeO、V2O3又はMnSのような純粋な反強磁性体を使用することができる。

【0031】図3及び図4には磁化の逆並行の調整の別の方法が示されている。AAFシステムが合わせて4つの磁気作用層12、13、14、15から成る図3による層構造から出発して、物理的又は化学的エッチング工程により、構造化は第1の形式のセンサ素子を形成すべき一定の範囲内で、層15及びその下にある結合層16を例えば図4に示されているように除去して行われる。次式（6）

【数8】

*ために調整後それまで構造化されていないセンサブリッジ部分も層15及び結合層16を除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】マスクのない層構造の切断面図。

【図2】マスクのある層構造の切断面図。

11

12

【図3】多層のAAFシステムから成る層構造の切断面図。

【図4】AAFシステムの磁気に関連する層が部分的に除去されている図3の層構造。

【符号の説明】

- 1 基板層
- 2 緩衝層
- 3 計測層
- 4 減結合層

5 バイアス層

6、16 結合層

7 磁束誘導層

8 カバー層

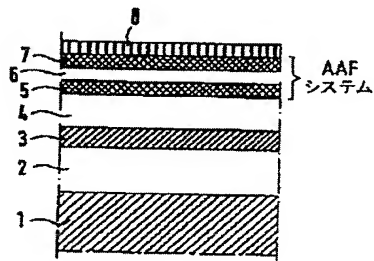
9 マスク

10 窓

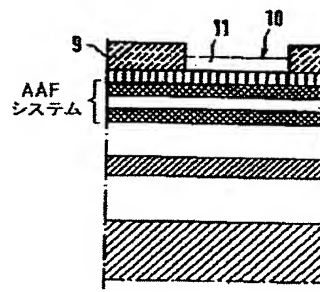
11 補助層

12、13、14、15 磁気的効果層

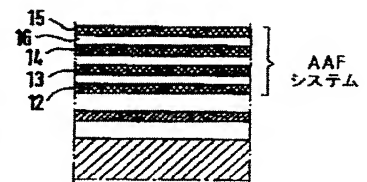
【図1】



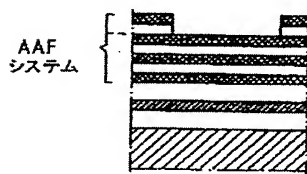
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ローラント マタイス
ドイツ連邦共和国 07743 イエナ ター
ルシュトラーク 36